

レンズ交換可能なデジタルカメラシステム

DIGITAL CAMERA SYSTEM HAVING LENS TO BE REPLACED

This application claims benefits of Japanese Application No.2003-135005 filed in Japan on May 13, 2003, the contents of which are incorporated by this reference.

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. FIELD OF THE INVENTION

本発明は、レンズ交換可能なデジタルカメラシステム、および、そのデジタルカメラ、さらに、交換レンズ、および、カメラボディに関する。

2. RELATED ART STATEMENT

従来のデジタルカメラにおいては、撮影された画像の高周波成分の偽色（モアレなど）を軽減するために撮像素子の前面に複屈折特性をもつ水晶等で形成された光学ローパスフィルタ（以下、光学LPFと記載する）が配置されている。また、カメラボディに対してレンズ（レンズ鏡筒）が交換可能な一眼レフタイプのデジタルカメラシステムがある。このようなレンズ交換可能なデジタルカメラシステムの複数のボディには、画素数が異なる、すなわち、画素ピッチが異なる撮像素子が組み込まれるものがある。さらに、このようなデジタルカメラシステムでは、複数種類の交換レンズがボディに装着可能となっている。

上記一眼レフタイプのカメラボディにおいては、上述のように画素ピッチが異なる撮像素子の前面には、上記画素ピッチに対応した厚みを有した光学LPFが配置される。

上述のように撮像素子の画素ピッチに対応して光学LPFの厚みを設定する理由としては、上記光学LPFを透過した光束が屈折しない常光と異常光（複屈折光）に分離され、一方、上記モアレ発生を防止するために、撮像素子の隣り合う画素に

上記分離された光束をそれぞれ入射させなければならない。そのために光学LPFの厚みを画素ピッチに対応させて変化させる必要がある。

なお、従来のデジタルカメラにおいて、光学LPFの操作による光路長制御や空間周波数特性制御に関する提案としては、例えば、後述する特許文献1である日本国特許公開公報平成7-123421号、特許文献2である日本国特許公開公報2000-244821号、および、特許文献3である日本国特許公報2552855号がある。

特許文献1に開示された撮像装置は、撮像素子から出力された電気信号を用いてカラー自然画像信号を形成する第1の撮像モードと、単一色又はモノクロの画像に対して高解像度の画像信号を形成する第2の撮像モードとを切替える切替回路を有し、この切替に伴って光学LPFを出し入れすると共に、光路長の変化を別の光学系により補正するものであり、本撮像装置によれば、単一色の画像に対して高解像度の画像信号を形成することができる。

また、特許文献2に開示の撮像装置は、撮像素子の駆動モードに対応してLPFブロックを構成する光路長補正用ダミーガラスと光学LPFとを切り換え駆動するものであり、本撮像装置によれば、撮像素子の特殊駆動による空間サンプリング特性の変化に伴う擬似信号の発生を、効果的に抑圧できる。

さらに、特許文献3に開示の撮像装置は、フレーム読み出しモードを選択した場合に光学的ローパスフィルタに代わり光学的LPFと同一の光路長を有する補正光学手段が撮像手段への入射光路に挿入されるものであって、本撮像装置によれば、サンプリングの垂直走査周波数を、例えば、525本から262.5本にしても折返しひずみが生じることない。したがって、画像品質も劣化がなくなる。

また、一眼レフタイプのデジタルカメラシステムにおいては、例えば、光学LPFとして水晶に代えてその厚みが極めて薄く、水晶と同様の複屈折特性をもつLN素子(LiNbO₃)が適用しているものもある。また、デジタルカメラシステムを構成する各カメラボディで、画素ピッチが殆ど変わらないように、撮像素子の大きさを変更することで画素数を変えたりするものもある。上記LN素子を適用した場合、その厚みが薄いことから光束の光路長が殆ど変化せず、画素ピッチの異なるデジタルカメラのボディ間においても交換レンズの交換が可能となる。

SUMMARY OF THE INVENTION

本発明のレンズ交換可能なデジタルカメラシステムの１つは、所定の機能を有する第１の光学素子を含む第１のカメラボディと、上記第１のカメラボディに適合する交換レンズであって、当該交換レンズの光学特性は上記第１のカメラボディに対して、収差を補正するように設計されている交換レンズと、上記交換レンズを装着可能なカメラボディであって、上記第１の光学素子と同様の機能を有し、上記第１の光学素子よりも薄い第２の光学素子と、上記第１の光学素子と上記第２の光学素子の厚みの差を補正する補償光学系とを含む第２のカメラボディとを含んでなる。

本発明のカメラボディの１つは、基準ボディに対して光学設計された交換レンズが着脱可能なカメラボディであって、交換レンズ装着用マウント部と、撮像素子と、上記交換レンズ装着用マウント部と上記撮像素子間の光路長が上記基準カメラボディと同等となるように、上記マウント部と上記撮像素子との間に配される補償光学系とを含んでなる。

本発明の交換レンズの１つは、複数のカメラボディに着脱可能な交換レンズであって、上記カメラボディのマウント部に係合するレンズ側マウント部と、上記複数のカメラボディのうち、最も厚い光学素子を有するカメラボディに対して、上記撮像面における収差が最適となるように構成されている撮影光学系とを含んでなる。

本発明の基準カメラボディの１つは、交換レンズを装着可能な複数のカメラボディの１つであるとともに、上記交換レンズのための基準となるカメラボディであって、上記交換レンズを装着するための交換レンズ装着用マウント部と、撮像素子と、上記交換レンズ装着用マウント部と撮像素子の撮像面との間に配され、所定の機能を有する光学素子とを含んでなり、上記光学素子と上記交換レンズとの組み合わせによって、上記撮像素子の撮像面における収差が最適となる。

本発明の他の特徴および利益は、次の説明を以て明白になるであろう。

BRIEF OF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図1 Aは、本発明の第1の実施形態のデジタルカメラシステムを構成するカメラボディおよび交換レンズの組み合わせと内蔵される光学部材、撮像素子の配置を示す図であって、基準カメラボディと交換レンズとの組み合わせ状態を示している。

図1 Bは、図1 Aのデジタルカメラシステムを構成するカメラボディおよび交換レンズの組み合わせと内蔵される光学部材、撮像素子の配置を示す図であって、非基準カメラボディと交換レンズとの組み合わせ状態を示している。

図2は、図1 A、1 Bに示す本実施形態のデジタルカメラにおけるカメラボディに交換レンズ鏡筒を装着した状態の内部構造を示す斜視図（一部破断面で示す）である。

図3は、図1 A、1 Bに示す本実施形態のデジタルカメラにおけるデジタルカメラの撮像ユニットまわりの内部構造を示す斜視図（一部破断面で示す）である。

図4は、図1 A、1 Bのデジタルカメラのうちの第1のカメラボディに適用される撮像ユニットの光学系の詳細を示す模式図である。

図5は、図1 A、1 Bのデジタルカメラのうちの第1のカメラボディに適用される撮像ユニットの拡大縦断面図である。

図6は、図1 A、1 Bのデジタルカメラのうちの第2のカメラボディに適用される撮像ユニットの拡大縦断面図である。

図7は、本発明の第2の実施形態のデジタルカメラシステムにおける第1のカメラボディに適用される撮像ユニットの拡大縦断面図である。

図8は、図7の第2の実施形態のデジタルカメラシステムにおける第2のカメラボディに適用される撮像ユニットの拡大縦断面図である。

図9は、デジタルカメラに適用される撮像素子の画素ピッチ、または、撮像素子の画素数とそれに適応する光学LPF（水晶とLN素子の場合）の厚みの関係を示す線図である。

図10は、従来の撮像光学系において撮像素子の前面に配置される光学フィルタの有無による結像位置の変化の状態を示す光路図である。

DETAIL DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

以下、図を用いて本発明の実施形態について説明する。

本発明の実施形態の説明に先立って、撮像素子の前面に配される光学LPFの厚さの光学的影響について説明する。例えば、撮像素子の前面に厚みの異なる光学LPFを配置すると、その結像位置が変化することになる。図10は、撮像光学系において撮像素子の前面に配置される光学LPFの有無による結像位置の変化の状態を示す光路図である。

図10に示すように撮像素子の撮像面103の前方に光学LPF102がない場合には、レンズ101を通過した中央光束は、撮像面103上の点P1に結像する。

また、レンズ101を通過した周辺光束は、撮像面103上の点P2に結像する。しかし、撮像素子の撮像面103の前方に光学LPF102が配されている場合には、レンズ101を通過した中央光束は、撮像面103の後方の点P1'に結像する。また、レンズ101を通過した周辺光束は、撮像面103の後方の点P2'に結像する。上記光学フィルタ103の厚みが厚くなると上記各光束の結像位置は、さらに後方にずれる。すなわち、光学LPFの厚みの違いにより結像位置までの光束の実効の光路長が異なってくる。

一方、デジタルカメラの撮影光学系においては、通常、撮影画面の中央部に到達する光束と周辺部に到達する光束との光路長に差が生じ、像面湾曲収差が生じるが、この撮影画面の中心部と周辺部の光路長の差の補正は、撮影光学系に像面湾曲を打ち消す光学特性を持たせることによって、結果的に像面湾曲収差を補正することができる。

しかしながら、この収差補正の考え方をレンズ交換式の一眼レフタイプのデジタルカメラに適用した場合には、以下のような問題が生じる。すなわち、第1の光学LPFを具備する第1のカメラボディと、これに適合するように設計された交換レンズとを含むレンズ交換式の一眼レフデジタルカメラシステムにおいて、上記交換レンズを第2の光学LPFを具備する第2のカメラボディに装着する場合に、上記第1と第2の光学LPFの厚みが異なっていると、適正な像面湾曲収差の補正ができないという問題が生じる。これは、第1と第2のカメラボディに画素ピッチの異なる撮像素子が搭載されている場合、上述したようにそれぞれの光学LPFの厚さ

をその画素ピッチに適合するように設定することで生じる問題である。

引き続き、本発明の第 1 の実施形態のデジタルカメラシステムの詳細な説明に先立ってその概要を図 1 A、1 B を用いて説明する。なお、図 1 A、1 B は、本発明の第 1 の実施形態のデジタルカメラシステムを構成するカメラボディおよび交換レンズの組み合わせと内蔵されるフィルタ光学部材および撮像素子の配置を示す図であり、図 1 A は、基準カメラボディと交換レンズとの組み合わせ状態を示し、図 1 B は、非基準カメラボディと交換レンズとの組み合わせ状態を示している。

本実施形態のデジタルカメラシステムは、図 1 A と図 1 B に示すデジタルカメラ 1 とデジタルカメラ 2 とを有する。

デジタルカメラ 1 は、基準カメラボディである第 1 のカメラボディ 1 1 A と、着脱可能な交換レンズとしての交換レンズ鏡筒 1 2 とからなる。

デジタルカメラ 2 は、非基準カメラボディである第 2 のカメラボディ 1 1 B と、第 1 のカメラボディ 1 1 A に装着されるものと共通仕様の着脱可能な交換レンズとしての交換レンズ鏡筒 1 2 とからなる。

第 1 のカメラボディ 1 1 A は、保護ガラス 6 を有する CCD（または、CMOS 型撮像素子）等からなる第 1 の撮像素子である撮像素子 5 A と、撮像素子前面に配置される光学素子として第 1 の光学ローパスフィルタである光学 L P F 8 A とが内蔵され、レンズ側マウント面 4 a と当接可能なカメラ側マウント面 3 a をもつカメラ側マウント部 3 を有している。即ち、レンズ側マウント部 4 とカメラ側マウント部 3 とが係合して両者が固定された場合、光軸方向の位置が上記レンズ側マウント面 4 a とカメラ側マウント面 3 a とが当接することにより規定される。

撮像素子 5 A は、例えば、4 / 3 型の撮像素子であって第 1 の画素ピッチである所定の基準画素ピッチ $\delta 0$ （対応する基準画素数 $S 0$ ）を有しており（後述する図 9 参照）、撮像素子の結像面である光電変換面 5 A a 上に結像した被写体像は、電氣的撮像信号に変換される。

光学 L P F 8 A は、モアレ発生を防止するために撮像素子 5 A の基準画素ピッチ $\delta 0$ に対応する厚みの複屈折特性を有する水晶で形成され、また、赤外線吸収ガラスを含む。そして、光学 L P F 8 A は、ガラスと略同一の所定の屈折率を有している。

この光学LPF8Aは、カメラ側マウント部3と撮像素子5Aとの間に配置され、その厚さが後述する第2のカメラボディの光学LPF8B、および、同じ交換レンズ鏡筒12が着脱可能な他の非基準のカメラボディに適用される光学LPFと比較して最も厚い厚みを有する。

交換レンズ鏡筒12は、第1のカメラボディ側、または、第2のカメラボディ側マウント面3aに当接可能なレンズ側マウント面4aが設けられるレンズ側マウント部4を有し、複数の撮影レンズ群からなる撮影光学系12aを内蔵する。この交換レンズ鏡筒12は、第1のカメラボディ11A、または、第2のカメラボディ11Bのいずれにも着脱可能な同一仕様のレンズ鏡筒であり、例えば、焦点距離が異なる交換レンズやズームレンズやマクロレンズ等の複数の交換レンズのうちのいずれかが相当する。

また、交換レンズ鏡筒12が基準カメラボディ11Aに装着した状態にて、撮影光学系12aからの被写体光束が光学LPF8Aを透過し、撮像素子5Aの撮像面5Aa上に結像する。この場合、光学LPF8Aの屈折率と厚みによる光路長が変化（実効光路長変化）した状態で像面湾曲収差が生じることなく撮像面5Aa上に結像するように、上記撮影光学系12aは設計製作されている。すなわち、図10に示す中心光束による結像点P1'と周辺光束による結像点P2'がともに撮像素子5Aの撮像面5Aa上に位置する像面湾曲収差のない状態にする。

第2のカメラボディ11Bは、保護ガラス6を有するCCD（MOS型撮像素子）等からなる第2の撮像素子である撮像素子5Bと、撮像素子前面に配置される第2の光学ローパスフィルタである光学LPF8Bおよび補償光学系である補償光学素子9とが内蔵され、さらに、レンズ側マウント面4aと係合可能なカメラ側マウント面3aを備えた第1のカメラボディ11Aと共通のカメラ側マウント部3を有している。

撮像素子5Bは、基準撮像素子5Aと同様の4/3型の撮像素子であるが、基準画素ピッチ $\delta 0$ と異なる値の第2の画素ピッチである画素ピッチ $\delta 1$ を有している。この撮像素子5Bの結像面である光電変換面5Ba上に結像した被写体像も同様に電氣的撮像信号に変換される。

光学LPF8Bは、光学LPF8Aより薄いフィルタであって、撮像素子5Bの

画素ピッチ $\delta 1$ に対応した厚みをもつ複屈折特性を有する水晶、または、LN素子で形成され、また、赤外線吸収ガラスも含む。そして、ガラスと略同一の所定の屈折率を有する。この光学LPF8Bもレンズマウント部3と撮像素子5Bとの間に配置される。

補償光学素子9は、複屈折特性を有していないが光学LPF8Aと略同じ屈折率を有するガラスからなる光学部材である。そして、補償光学素子9を第2の光学LPF8Bに接着して組み込むことによって交換レンズ鏡筒12による被写体光束の結像位置が撮像素子5Bの光電変換面5Baからずれることなく、像面湾曲収差を含めた収差が生じることがない。つまり、補償光学素子9により、第1のカメラボディ11Aに対し光学LPF8Bが薄くなったことによる光路長変化が補償される。この補償光学素子9は、その補償光学素子9と光学LPF8Bとの厚みの和が光学LPF8Aと略等しくなるように設定される。

上述した構成による本実施形態のデジタルカメラシステムにおいては、基準とする第1のカメラボディ11Aには、交換レンズ鏡筒12が装着可能であり、所定の基準画素ピッチ $\delta 0$ を有する撮像素子5Aが内蔵される。交換レンズからの被写体光束は、光学LPF8Aで複屈折されて撮像素子5Aの撮像変換面5Aa上に像面湾曲収差がなく、正しく結像する。

非基準の第2のカメラボディ11Bには、交換レンズ鏡筒12が装着可能であり、画素ピッチ $\delta 1$ を有する撮像素子5Bが内蔵される。交換レンズからの被写体光束は、補償光学素子9を透過し、光学LPF8Bで複屈折して撮像素子5Bの撮像変換面5Ba上に結像する。光学LPF8Bの厚みが薄くなったための実効光路長の変化分は、補償光学素子9を挿入することにより補償され、被写体光束は、撮像素子5Bの撮像変換面5Ba上に同様に像面湾曲収差がない状態で正しく結像する。

次に、本実施形態のデジタルカメラシステムにおけるデジタルカメラ1、2の内部構成について、図2、3を用いて説明する。

図2は、上記デジタルカメラのカメラボディに交換レンズ鏡筒を装着した状態での内部構造を示す斜視図（一部破断面とする）である。図3は、上記デジタルカメラの撮像ユニットまわりの内部構造を示す斜視図（一部破断面とする）である。

デジタルカメラ 1、または、2は、それぞれある仕様共通の交換レンズ鏡筒 1 2 と、その交換レンズ鏡筒 1 2 が着脱可能である基準カメラボディである第 1 のカメラボディ 1 1 A、または、非基準カメラボディである第 2 のカメラボディ 1 1 B からなる。なお、交換レンズ鏡筒 1 2 は、交換レンズ側マウント部 4 のマウント面 4 a とカメラボディ側マウント部 3 のマウント面 3 a とが当接した状態で装着される。

第 1 のカメラボディ 1 1 A と第 2 のカメラボディ 1 2 A とは、内蔵される撮像ユニットの撮像素子、および、光学 L P F が異なるのみで他の構成は、共通である。

交換レンズ鏡筒 1 2 は、複数のレンズやその駆動機構等から成る撮影光学系 1 2 a を内部に保持して構成される。この撮影光学系 1 2 a は、被写体からの光束を透過させることで当該被写光束により形成される被写体の像を所定の位置（図 3 の撮像素子 5 A、または、5 B の光電変換面上）に像面湾曲収差等の各種の光学的な収差のない状態で結像せしめるように、例えば、複数の光学レンズ等によって構成される。つまり、撮像素子前面に配される光学 L P F にて生じる像面湾曲収差もなくすように設計されたものである。

なお、ここでいう、収差のない状態とは実使用上問題のないレベル以下の収差がある状態も含む。換言すれば撮影光学系 1 2 a は撮像素子前面に配される光学 L P F などとも考慮した上で、各種収差が最適となるように設計されている。

カメラボディ 1 1 A、1 1 B は、本体部 1 1 a 内部に各種の構成部材等を備えて構成され、かつ、撮影光学系 1 2 a を保持するレンズ鏡筒 1 2 を着脱自在となるようにボディ側マウント部 3 をその前面に備えて構成された、いわゆる「一眼レフレックス方式」のカメラボディである。つまり、カメラ本体部 1 1 a の前面側の略中央部には、被写体光束を当該カメラ本体部 1 1 a の内部へと導き得る所定の口径を有する露光用開口が形成され、この露光用開口の周縁部にボディ側マウント部 3 が形成されている。

以下、第 1、2 のデジタルカメラのカメラボディ 1 1 A、1 1 B の詳細な内部構成から説明すると、まず、カメラ本体部 1 1 a の上面部や背面等の所定の位置にはカメラ本体部 1 1 a を動作させるための各種の操作部材、例えば、撮影動作を開始せしめるための指示信号等を発生させるためのリリースボタン 1 7 等が配設されて

いる。

カメラ本体部 1 1 a の内部には、図 2 に示す如くの各種の構成部材、例えば撮影光学系 1 2 a によって形成される所望の被写体像を撮像素子 5 A、または、5 B の光電変換面上とは異なる所定位置に形成させるために設けられ、いわゆる「観察光学系」を成すファインダ装置 1 3 と、撮像素子 5 A、または、5 B の光電変換面への被写体光束の照射時間等を制御するシャッタ機構等を備えたシャッタ部 1 4 と、撮影光学系 1 2 a を透過した被写体光束に基づき被写体像信号を得る撮像素子を含む撮像ユニット 1 5 A（第 1 のカメラボディ用）あるいは 1 5 B（第 2 のカメラボディ用）と、撮像素子 5 A、または、5 B により取得した画像信号に対して各種の信号処理を施す画像信号処理回路等の電気回路を成す各種の電気部材が実装された主回路基板 1 6 A（第 1 のカメラボディ用）、あるいは 1 6 B（第 2 のカメラボディ用）を始めとする複数の回路基板等が、それぞれ所定位置に配設されている。

また、撮像ユニット 1 5 A、1 5 B の前面には撮像素子の光電変換面への塵埃等の付着を防止する防塵フィルタ 2 1 が配設されている。

ファインダ装置 1 3 は、撮影光学系 1 2 a を透過した被写体光束の光軸を折り曲げて観察光学系の側へと導くように構成された反射鏡 1 3 b と、この反射鏡 1 3 b から出射する光束を受けて正立正像を形成するペンタプリズム 1 3 a と、このペンタプリズム 1 3 a を介して、被写体像を拡大して観察する接眼レンズ 1 3 c 等によって構成されている。

反射鏡 1 3 b は、撮影光学系 1 2 a の光軸から退避する位置と当該光軸上の所定の位置との間で移動自在に構成され、通常状態は、撮影光学系 1 2 a の光軸上にて当該光軸に対して所定角度、例えば角度 45° に配置されている。これにより、撮影光学系 1 2 a を透過した被写体光束は、当該カメラ 1 が通常状態にある際は、反射鏡 1 3 b によってその光軸が折り曲げられて、当該反射鏡 1 3 b の上方に配置されるペンタプリズム 1 3 a の側へと反射されるようになっている。

一方、カメラ 1 が撮影動作の実行中において、その実際の露光動作中には、当該反射鏡 1 3 b が撮影光学系 1 2 a の光路から退避する所定位置に移動するようになっている。これによって被写体光束は、撮像素子側へと導かれ、その光電変換面を照射するようになっている。

シャッタ部 14 は、例えば、フォーカルプレーン方式のシャッタ機構や、このシャッタ機構の動作を制御する駆動回路等、従来のカメラ等で一般的に利用されているものと同様のものが適用される。

第 1、または、第 2 のカメラボディ用である撮像ユニット 15 A と 15 B は、内蔵される撮像素子と光学 L P F とが異なるのみで他の構成は略同一である。まず、第 1 のカメラボディ用である撮像ユニット 15 A について説明する。

撮像ユニット 15 A は、撮影光学系 12 a を透過し自己の光電変換面上に照射された光に対応した画像信号を得る C C D 等からなる撮像素子 5 A と、この撮像素子 5 A を固定支持する薄板状の部材からなる撮像素子固定板 28 と、撮像素子 5 A の光電変換面の側に配設され、撮影光学系 12 a を透過して照射される被写体光束から高周波成分を取り除くべく形成される光学素子である光学 L P F 8 A と、この光学 L P F 8 A と撮像素子 5 A との間の周縁部に配置され、略枠形状の弾性部材等によって形成されるローパスフィルタ受け部材 26 と、撮像素子 5 A を収納し固定保持すると共に光学 L P F 8 A をその周縁部位乃至その近傍部位に密着して支持しかつ所定の部位を後述する防塵フィルタ受け部材 23 に密に接触するように配設される撮像素子収納ケース部材 24（以下、C C D ケース 24 という）と、この C C D ケース 24 の前面側に配置され防塵フィルタ 21 をその周縁部位乃至その近傍部位に密着して支持する防塵フィルタ受け部材 23 と、この防塵フィルタ受け部材 23 によって支持されて撮像素子 5 A の光電変換面の側であって光学 L P F 8 A の前面側において当該光学 L P F 8 A との間に所定の間隔を持つ所定の位置に対向配置される防塵部材である防塵フィルタ 21 と、この防塵フィルタ 21 の周縁部に配設され当該防塵フィルタ 21 に対して所定の振動を与えることによって塵埃を除去させる圧電素子 22 と、防塵フィルタ 21 を防塵フィルタ受け部材 23 に対して気密的に接合させ固定保持する弾性体からなる押圧部材 20 等によって構成されている。

撮像素子 5 A は、撮影光学系 12 a を透過した被写体光束を自己の光電変換面 5 A a（図 1 A）に受けて光電変換処理を行なうことにより、当該光電変換面に形成される被写体像に対応した画像信号を取得するものであって、例えば、4/3 型で第 1 の画素ピッチとしての基準画素ピッチ δ_0 が略 $7\mu\text{m}$ である電荷結合素子（**Charge Coupled Device**）等が適用される。

この撮像素子 5 A は、撮像素子固定板 2 8 を介して主回路基板 1 6 A 上の所定の位置に実装されている。この主回路基板 1 6 には、不図示の画像信号処理回路及びワークメモリ等が共に実装されており、撮像素子 5 A からの出力信号、即ち光電変換処理により得られた画像信号が画像信号処理回路等へと電送されるようになっている。

この撮像素子 5 A の光電変換面の前方には、保護ガラス 6 (図 3) が装着される。

画像信号処理回路においてなされる信号処理としては、例えばボディ側マウント部 3 に装着されたレンズ鏡筒 1 2 の内部に保持される撮影光学系 1 2 a によって撮像素子 5 A の光電変換面上に結像された像に対応するものとして当該撮像素子 5 A から得られた画像信号を記録に適合する形態の信号に変換する処理等、各種の信号処理である。このような信号処理は、電子的な画像信号を取り扱うように構成される一般的なデジタルカメラ等において通常になされる処理と同様である。

撮像素子 5 A の前面側には、ローパスフィルタ受け部材 2 6 を挟んで光学 L P F 8 A が配設されている。光学 L P F 8 A は、複屈折特性を有する光学素子である水晶で形成されており、後述するように撮像素子 5 A の画素ピッチ (略 $7 \mu\text{m}$) に対応する厚み t_1 を有している。なお、後述するように光学 L P F 8 A 内に赤外線吸収ガラスが挿入されている。

そして、光学 L P F 8 A を覆うように C C D ケース 2 4 が配設されている。この C C D ケース 2 4 には、略中央部分に矩形状からなる開口が設けられており、この開口には、その後方側から光学 L P F 8 A 及び撮像素子 5 A が配設されるようになっている。この開口後方側の内周縁部には、断面が略 L 宇形状からなる段部 2 4 a が形成されている。

上述したように、光学 L P F 8 A と撮像素子 5 A との間には、弾性部材等からなるローパスフィルタ受け部材 2 6 が配設されている。このローパスフィルタ受け部材 2 6 は、撮像素子 5 A の前面側の周縁部においてその光電変換面の有効範囲を避ける位置に配設され、かつ光学 L P F 8 A の背面側の周縁部近傍に当接するようになっている。そして、光学 L P F 8 A と撮像素子 5 A との間を略気密性が保持されるようにしている。これにより、光学 L P F 8 A には、ローパスフィルタ受け部材

２６による光軸方向への弾性力が働くことになる。

そこで、光学ＬＰＦ８Ａの前面側の周縁部を、ＣＣＤケース２４の段部２４ａに対して略気密的に接触させるように配置することで、当該光学ＬＰＦ８Ａをその光軸方向に変位させようとするローパスフィルタ受け部材２６による弾性力に抗して当該光学ＬＰＦ８Ａの光軸方向における位置を規制するようにしている。

換言すれば、ＣＣＤケース２４の開口の内部に背面側より挿入された光学ＬＰＦ８Ａは、段部２４ａによって光軸方向における位置規制がなされている。これにより、当該光学ＬＰＦ８Ａは、ＣＣＤケース２４の内部から前面側へ向けて外部に抜け出ないようにになっている。

このようにして、ＣＣＤケース２４の開口の内部に背面側から光学ＬＰＦ８Ａ挿入された後、光学ＬＰＦ８Ａ背面側には、撮像素子５Ａ配設されるようになっている。この場合において、光学ＬＰＦ８Ａ撮像素子５Ａの間には、周縁部においてローパスフィルタ受け部材２６が挟持されるようになっている。

また、撮像素子５Ａは、上述したように撮像素子固定板２８を挟んで主回路基板１６に実装されている。そして、撮像素子固定板２８は、ＣＣＤケース２４の背面側からネジ孔２４ｅに対してネジ２８ｂによってスペーサ２８ａを介して固定されている。また、撮像素子固定板２８には、主回路基板１６がスペーサ１６ｃを介してネジ１６ｄによって固定されている。

ＣＣＤケース２４の前面側には、防塵フィルタ受け部材２３がＣＣＤケース２４のネジ孔２４ｂに対してネジ２３ｂによって固定されている。ＣＣＤケース２４の周縁側であって前面側の所定の位置には、周溝２４ｄが略環状に形成されている。その一方で、防塵フィルタ受け部材２３の周縁側であって背面側の所定の位置には、ＣＣＤケース２４の周溝２４ｄに対応させた環状凸部２３ｄが全周にわたって略環状に形成されている。したがって、環状凸部２３ｄと周溝２４ｄとが嵌合することによりＣＣＤケース２４と防塵フィルタ受け部材２３とは、環状の領域、即ち周溝２４ｄと環状凸部２３ｄとが形成される領域において相互に略気密的に嵌合するようになっている。

防塵フィルタ２１は、ガラスで形成され、全体として円形乃至多角形の板状をなし、少なくとも自己の中心から放射方向に所定の広がりを持つ領域が透明部をなし

ており、この透明部が光学LPF8A前面側に所定の間隔を持って対向配置されているものである。

また、防塵フィルタ21の一方の面の周縁部には、当該防塵フィルタ21に対して振動を与えるための所定の加振用部材であり電気機械変換素子等によって形成される圧電素子22が一体となるように、例えば接着剤による貼着等の手段により配設されている。この圧電素子22は、外部から所定の駆動電圧を印加することによって防塵フィルタ21に所定の振動を発生させることができるように構成されている。

そして、防塵フィルタ21は、防塵フィルタ受け部材23に対して気密的に接合するように板ばね等の弾性体からなる押圧部材20によって固定保持されている。

防塵フィルタ受け部材23の略中央部近傍には、円形状又は多角形状からなる開口が設けられている。この開口は、撮影光学系12aを透過した被写体光束を通過させて、当該光束が後方に配置される撮像素子5Aの光電変換面を照射するのに十分な大きさとなるように設定されている。

この開口の周縁部は、前面側に突出する壁部23eが略環状に形成されており、この壁部23eの先端側には、さらに前面側に向けて突出するように受け部23cが形成されている。

一方、防塵フィルタ受け部材23の前面側の外周縁部傍には、所定の位置に複数（本実施形態では三箇所）の突状部23aが前面側に向けて突出するように形成されている。この突状部23aは、防塵フィルタ21を固定保持する押圧部材20を固設するために形成される部位であって、当該押圧部材20は、突状部23aの先端部に対してねじ20a等の締結手段により固設されている。

押圧部材20は、上述したように板ばね等の弾性体によって形成される部材であって、その基端部が突状部23aに固定され、自由端部が防塵フィルタ21の外周縁部に当接することで、当該防塵フィルタ21を防塵フィルタ受け部材23の側、即ち光軸方向に向けて押圧するようになっている。

この場合において、防塵フィルタ21の背面側の外周縁部に配設される圧電素子22の所定の部位が、受け部23cに当接することで、防塵フィルタ21及び圧電素子22の光軸方向における位置が規制されるようになっている。したがってこれ

により、防塵フィルタ 2 1 は、圧電素子 2 2 を介して防塵フィルタ受け部材 2 3 に対して気密的に接合するように固定保持されている。

換言すれば、防塵フィルタ受け部材 2 3 は、押圧部材 2 0 による付勢力によって防塵フィルタ 2 1 と圧電素子 2 2 を介して気密的に接合するように構成されている。

ところで、上述したように防塵フィルタ受け部材 2 3 と CCD ケース 2 4 とは、周溝 2 4 d と環状凸部 2 3 d とが相互に略気密的に嵌合するようになっているのと同時に、防塵フィルタ受け部材 2 3 と防塵フィルタ 2 1 とは、押圧部材 2 0 の付勢力により圧電素子 2 2 を介して気密的に接合するようになっている。また、CCD ケース 2 4 に配設される光学 L P F 8 A は、光学 L P F 8 A の前面側の周縁部と CCD ケース 2 4 の段部 2 4 a との間で略気密的となるように配設されている。さらに、光学 L P F 8 A の背面側には、撮像素子 5 A がローパスフィルタ受け部材 2 6 を介して配設されており、光学 L P F 8 A と撮像素子 5 A との間においても、略気密性が保持されるようになっている。

したがってこれにより、光学 L P F 8 A と防塵フィルタ 2 1 とが対向する間の空間には、所定の空隙部 5 1 a が形成されている。また、光学 L P F 8 A の周縁側、即ち CCD ケース 2 4 と防塵フィルタ受け部材 2 3 と防塵フィルタ 2 1 とによって、空間部 5 1 b が形成されている。この空間部 5 1 b は、光学 L P F 8 A の外側に張り出すようにして形成されている封止された空間である。

また、この空間部 5 1 b は、空隙部 5 1 a よりも広い空間となるように設定されている。そして、空隙部 5 1 a と空間部 5 1 b とからなる空間は、上述した如く CCD ケース 2 4 と防塵フィルタ受け部材 2 3 と防塵フィルタ 2 1 と光学 L P F 8 A とによって略気密的に封止される封止空間 5 1 となっている。

図 4 は、第 1 のカメラボディ 1 1 A における撮像ユニット 1 5 A の光学系の詳細を示す模式図であり、図 5 は、撮像ユニット 1 5 A の拡大縦断面図である。

図 4 に示すように撮像素子 5 A の前面には、保護ガラス 6 が配置され、さらに、その前方に光学 L P F 8 A、および、防塵フィルタ 2 1 が配置されている。

光学 L P F 8 A は、前方側から複屈折方向が -45° の水晶板 8 a と、赤外線吸収ガラス 8 b と、複屈折方向が $+45^{\circ}$ の水晶板 8 c と、複屈折方向が 0° の水晶

板 8 d とが重畳して構成される。

水晶板 8 a, 8 c は、それぞれ後述する図 9 に示す撮像素子 5 A の画素ピッチ（略 $7\ \mu\text{m}$ ）に対応する厚みを有している。一方、水晶板 8 d は、水晶板 8 a、8 b の厚さの $\sqrt{2}$ 倍の厚さとなっている。このように構成された光学 L P F 8 A により、交換レンズ鏡筒 1 2 を介して入射した被写体光束が撮像素子 5 A の光電変換面 5 A a に結像したときのモアレの発生が防止される。

そして、水晶板 8 a, 8 c, 8 d および赤外吸収ガラス 8 b は、それぞれガラスに近い屈折率を有し、全厚みは、 t_{s0} である。そして、上記屈折率と厚み t_{s0} に対応した実効光路長に基づく被写体光束の結像位置に撮像素子 5 A の光電変換面 5 A a が位置決めされている。従って、レンズ鏡筒 1 2 により取り込まれた被写体光束は、像面湾曲収差のない状態で撮像素子 5 A の光電変換面 5 A a 上に正しく結像する。なお、厳密には、上記実効光路長の変化に保護ガラス 6 および防塵フィルタ 2 1 の厚みも寄与する。しかし、ここでは、保護ガラス 6 および防塵フィルタ 2 1 の厚さは第 1 のカメラボディおよび第 2 のカメラボディで同じものを用いている。従って第 1 のカメラボディと第 2 のカメラボディとで、保護ガラス 6 および防塵フィルタ 2 1 による実効光路長の差がない。

一方、保護ガラス 6 および防塵フィルタ 2 1 の厚み及びまたは材質を第 1 のカメラボディと第 2 のカメラボディとで変更する場合は、その変更に伴う実効光路長の変化を補償光学素子の厚さ、あるいは材質を変化させることにより、像面湾曲収差の補正を行う。

図 9 は、撮像素子の画素ピッチ（撮像素子の画素数）とそれに適応する光学 L P F（水晶と L N 素子の場合）の厚みの関係を示す線図である。図 9 に示すように画素ピッチ P が狭くなると適応する光学 L P F の厚みも薄くなっている。また、同一画素ピッチ P に適応する L N 素子の厚みは、水晶に対しておよそ $1/5 \sim 1/6$ になっている。

一方、第 2 のカメラボディ 1 1 B は、第 1 のカメラボディ 1 1 A に対して、上述したように撮像ユニット 1 5 A の撮像素子 5 A と光学 L P F 8 A に代えて撮像ユニット 1 5 B の撮像素子 5 B と光学 L P F 8 B および補償光学系である補償光学素子 9 が組み込まれる。他の構成は、同一である。図 6 は、第 2 のカメラボディ 1 1 B

における撮像ユニット 15B の拡大縦断面図である。

撮像素子 5B は、サイズとしては撮像素子 5A と同じ 4/3 型であるが基準画像ピッチ $\delta 0$ (略 $7\mu\text{m}$) と異なる第 2 の画素ピッチである画素ピッチ $\delta 1$ を有する。その撮像素子 5B の光電変換面 5Ba (図 1B) のマウント面 3a に対する相対位置は、撮像素子 5A の光電変換面 5Aa (図 1A) と同一距離の位置とする。

光学 LPF 8B は、撮像素子 5B の画素ピッチ $\delta 1$ に対応して被写体光束を複屈折するべく厚み t_{s1} を有している (図 6)。この光学 LPF 8B は、水晶、または、LN 素子とする。

補償光学素子 9 は、光学 LPF 8B が厚み t_{s0} より薄い厚み t_{s1} に変化したことによる実効光路長の変化分を補償する厚み t_{i1} を有している (図 6)。すなわち、補償光学素子 9 は、水晶と屈折率が略等しく、複屈折特性を有しない光学素子、例えば、ガラス板とし、光学 LPF 8B の厚み t_{s1} と補償光学素子 9 の厚み t_{i1} とを加えた厚みが光学 LPF 8A の厚み t_{s0} に一致するように設定されており、光学 LPF 8B に光学接着剤にて固着されている。

したがって、撮像ユニット 15B においても交換レンズ鏡筒 12 を介して取り込まれた被写体光束は、撮像素子 5B の光電変換面 5Ba 上に像面湾曲収差のない状態で結像位置ずれもなく正しく結像する。

いま、第 2 のカメラボディ 11B の撮像素子 5B の画素ピッチ $\delta 1$ が基準画像ピッチ $\delta 0$ の $7\mu\text{m}$ より小である場合、すなわち、撮像素子 5B の画素数が撮像素子 5A の画素数より多い場合には、第 2 のカメラボディ 11B の光学 LPF 8B は水晶板とし、その厚み t_{s1} は、光学 LPF 8A の厚み t_{s0} より薄くなる (図 9)。また、補償光学素子 9 は、光学 LPF 8B が薄くなることによる実効光路長の変化分を補償するために薄くなった分に相当する厚み t_{i1} のガラス板とする。なお、この補償光学素子 9 は、図 6 のように光学 LPF 8B とは別途に新たに設けるようにしてもよいが、例えば、赤外線吸収ガラス 8b、または、保護ガラス 6 や防塵フィルタ 21 の厚みを厚み t_{i1} だけ増やすことによっても同等の効果が得られる。

一方、第 2 のカメラボディ 11B の撮像素子 5B の画素ピッチ $\delta 1$ が基準画像ピッチ $\delta 0$ の $7\mu\text{m}$ より大である場合、すなわち、撮像素子 5B の画素数が撮像素子 5A の画素数より少ない場合には、光学 LPF の厚みをさらには増やさないために

光学LPF8BとしてLN素子を適用する。このLN素子の厚み t_{s1} は、上記画素ピッチが大きくなったことに対応してその複屈折特性から図9に示されるように極めて薄くなる。但し、その厚みは、0.1mm以上となるので製作可能である。そして、LN素子からなる光学LPF8Bの薄くなった分の厚み t_{i1} をもつガラス板の補償光学素子9を光学LPF8Bに接着付加する（但し、上記補償光学素子9の厚み t_{i1} は、厳密には、LN素子と水晶との屈折率の違いを考慮して決定する必要がある）。これによって撮像素子5Aと同一位置にある撮像素子5Bの光電変換面5Ba（図1B）上に被写体光束を正しく結像させることができる。なお、第1のカメラボディ11Aの光学LPF8Aの厚みは、第2のカメラボディ11B等の他の非基準のカメラボディに組み込まれる光学LPFに対してもっとも厚みが厚いものとなる。

上述したように本実施形態のデジタルカメラシステムによれば、基準撮像素子5Aを内蔵する基準カメラボディである第1のカメラボディ11Aと、画素ピッチの異なる撮像素子5Bを内蔵する第2のカメラボディ11Bとには、同一仕様の交換レンズ鏡筒12を装着した場合に被写体光束がそれぞれの画素ピッチに対応して複屈折されるべく、厚みの異なる光学LPF8A、または、8Bが適用される（光学LPF8Bの方が薄い）。この厚みが減じたことによる結像位置のずれを補償するために第2のカメラボディ側には、補償光学素子9を挿入する。補償光学素子9の挿入により撮像素子5Bの光電変換面上にも被写体光束を像面湾曲収差の状態ですく結像させることができる。

また、第2のカメラボディ11B側の補償光学素子9は、光学LPF8Bが薄くなった分の厚みを有することから第1のカメラボディ11Aの撮像ユニット15Aと第2のカメラボディ11Bの撮像ユニット15Bとのカメラボディ内での占有スペースが変わらない。したがって、第1、第2のカメラボディの構造の共通化が容易となる。

本実施の形態においては基準画素ピッチ δ_0 を7 μ mとしている。以下、基準画素ピッチの設定方法について説明する。

上述したように、光学ローパスフィルタの厚さは、撮像素子の画素ピッチに応じて決定されるものであるが、同じ画素ピッチであっても光学ローパスフィルタの材

質によってその厚さが変わる。図10に示すように、第1の材質として例えば水晶を用いた場合と、第2の材質としてLN素子を用いた場合とではその厚さが全く異なる。なお、図10に示す画素数は3/4型撮像素子の場合の例である。

一方、カメラの小型化のためには、より、薄い光学ローパスフィルタを用いることが好ましいが、あまりに薄い場合は、光学ローパスフィルタの製造そのものが困難であったり、破損の虞があるため好ましくない。LN素子を例にとると、図10に示すように、画素ピッチ δ が $6.31\mu\text{m}$ よりも小さい撮像素子に応じた光学ローパスフィルタを製造することは困難である。

そこで、第2の材質であるLN素子にて形成可能な最小厚さに対応する画素ピッチよりも大きい画素ピッチを基準画素ピッチとして設定する。そして、この基準画素ピッチに応じた光学ローパスフィルタを第1の材質である水晶で形成することにより、各種の画素ピッチのカメラボディに対しても最小限の光学ローパスフィルタの厚さとすることができる。

次に、本発明の第2の実施形態のデジタルカメラシステムについて図7、8を用いて説明する。

図7は、本実施形態のデジタルカメラシステムを構成する第1のカメラボディにおける撮像ユニット15Cの拡大縦断面図である。図8は、本デジタルカメラシステムを構成する第2のカメラボディにおける撮像ユニット15Dの拡大縦断面図である。

本実施形態のデジタルカメラシステムも第1実施形態と同様に複数の交換レンズである図2の交換レンズ鏡筒12と基準カメラボディである第1のカメラボディ11Cとからなるデジタルカメラと、交換レンズ鏡筒12と非基準カメラボディである第2のカメラボディ11Dとからなるデジタルカメラとを含んでなり、交換レンズ鏡筒12は、同一の仕様のものが上記第1のカメラボディ11C、または、第2のカメラボディ11Dに着脱可能とする。

第1のカメラボディ11Cは、第1のカメラボディ11Aに対して内蔵される撮像ユニット15Aの光学LPF8A以外は、同様の構成を有している。また、第2のカメラボディ11Dは、第2のカメラボディ11Bに対して内蔵される撮像ユニット15Bの光学LPF8Bおよび補償光学素子9以外は、同様の構成を有してい

る。従って、同一の構成部材には、同じ符号を付して、以下、異なる部分についてのみ説明する。

第1のカメラボディ11Cの撮像ユニット15Cは、基準画素ピッチ $\delta 0$ （略7 μm ）を有する撮像素子5Aを内蔵しており、その前面側に光学LPF8Cと赤外カットフィルタ（赤外線吸収ガラス）8Dとが配置されている。

光学LPF8Cは、上述した光学LPF8Aと同様に複屈折特性を有する水晶板からなり、その厚み t_{s2} は、モアレ発生を防止するために撮像素子5Aの基準画素ピッチ $\delta 0$ に対応した厚みに設定される（図9）。この光学LPF8Cは、第2のカメラボディ11D等の他の非基準のカメラボディに組み込まれる光学LPFに対してもっとも厚みが厚いものとなる。

赤外カットフィルタ8Dは、水晶と同一の屈折率を有するが複屈折特性を有しておらず、赤外線を吸収するに十分な厚み t_{i2} に設定されている。

装着された交換レンズ鏡筒12を介して取り込まれた被写体光束は、防塵ガラス21、赤外カットフィルタ8D、光学LPF8C、保護ガラス6を透過して撮像素子5Aの光電変換面5Aa（図1A）上に結像するが、その光電変換面5Aaは、光学LPF8C等の屈折率による実効光路長の変化分を考慮し、像面湾曲収差の生じない位置に位置決めされている。

一方、第2のカメラボディ11Dの撮像ユニット15Dは、基準画素ピッチ $\delta 0$ と異なる画素ピッチ $\delta 1$ を有する撮像素子5Bを内蔵しており、その前面側に光学LPF8Eと補償光学系を兼ねる赤外カットフィルタ（赤外線吸収ガラス）8Fとが配置されている。なお、撮像素子5Bの光電変換面5Baは、撮像素子5Aの光電変換面5Aaと同一位置にある。

光学LPF8Eは、上述した光学LPF8Cと同様に複屈折特性を有しており、水晶板、または、LN素子からなるが、その厚み t_{s3} は、モアレ発生を防止するために撮像素子5Bの画素ピッチ $\delta 1$ に対応し、厚み t_{s2} より薄い厚みに設定される。

赤外カットフィルタ8Dは、水晶と同一の屈折率を有するが複屈折特性を有しておらず、赤外線を吸収するに十分で、かつ、光学LPF8Eの厚み減少分を補償する厚み t_{i3} に設定されている。すなわち、光学LPF8Eが光学LPF8Cより薄

くなった寸法分だけ赤外カットフィルタ 8 D の厚みを増やしており、赤外カットフィルタ 8 F と光学 L P F 8 E との厚みの和 $t_{i3} + t_{s3}$ が赤外カットフィルタ 8 D と光学 L P F 8 C との厚みの和 $t_{i2} + t_{s2}$ と略等しくなるように設定されている。従って、交換レンズ鏡筒 1 2 を介して取り込まれた被写体光束は、この第 2 のカメラボディ 1 1 D においても防塵ガラス 2 1、赤外カットフィルタ 8 F、光学 L P F 8 E、保護ガラス 6 を透過して撮像素子 5 B の光電変換面 5 B a (図 1 B) 上に像面湾曲収差の生じない状態で結像する。

いま、第 2 のカメラボディ 1 1 D に適用される撮像素子 5 B の画素ピッチ δ_1 が基準画素ピッチ δ_0 より小さい場合は、第 1 の実施形態の場合と同様に光学 L P F 8 E の厚み t_{s3} は薄くなり、赤外カットフィルタ 8 F の厚み t_{i3} は、その分厚くなる。また、第 2 のカメラボディ 1 1 D に適用される撮像素子 5 B の画素ピッチ δ_1 が基準画素ピッチ δ_0 より大きい場合は、第 1 の実施形態の場合と同様に光学 L P F 8 E として厚みの薄い L N 素子を適用し、その厚み t_{s3} は、製作可能な範囲の薄さである (0.1 mm 以上)。赤外カットフィルタ 8 F の厚み t_{i3} は、その分、厚く設定される (但し、上記赤外カットフィルタ 8 F の厚み t_{i3} は、厳密には、L N 素子と水晶との屈折率の違いを考慮して決定する必要がある)。従って、赤外カットフィルタ 8 F と光学 L P F 8 E との厚みの和は略変わらず、撮像ユニット 1 5 D の占有スペースも撮像ユニット 1 5 C と同一となる。なお、第 1 のカメラボディ 1 1 C の光学 L P F 8 C の厚みは、第 2 のカメラボディ 1 1 D 等の他の非基準のカメラボディに組み込まれる光学 L P F に対してもっとも厚みが厚いものとなる。

上述したように本実施形態のデジタルカメラシステムにおいても、第 1 の実施形態の場合と同様の効果を奏し、基準側第 1 のカメラボディ 1 1 C および非基準側の第 2 のカメラボディ 1 1 D に同一仕様の交換レンズ鏡筒 1 2 が着脱可能であり、双方の被写体光束を同一位置に配置される撮像素子の光電変換面上に像面湾曲収差のない状態で結像させることができる。

また、本実施形態においても撮像ユニット 1 5 C、1 5 D のカメラボディ内の専有スペースが変わらず、従って、第 1 のカメラボディ 1 1 C および第 2 のカメラボディ 1 1 D における他の構成部材を同様の状態で配置することが可能になる。

本発明によれば、レンズ交換式のデジタルカメラシステムにおいて、同一仕様の

交換レンズが画素ピッチの異なる撮像素子を搭載した別のカメラボディに装着可能であり、それぞれデジタルカメラで像面湾曲収差の無い画像を撮像することが可能になる。さらに、撮像素子周りの配置に関しても別々のカメラボディ間で同一配置を採用できる。

この発明は、上記各実施の形態に限ることなく、その他、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々の変形を実施し得ることが可能である。さらに、上記各実施形態には、種々の段階の発明が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜な組合せにより種々の発明が抽出され得る。

例えば、各実施形態に示される全構成要件から幾つかの構成要件が削除されても、発明が解決しようとする課題の欄で述べた課題が解決でき、発明の効果で述べられている効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成が発明として抽出され得る。